

Министерство путей сообщения Российской Федерации
Департамент кадров и учебных заведений

Самарский институт инженеров железнодорожного транспорта

Кафедра строительных, дорожных машин и технологии машиностроения

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Методические указания

для выполнения курсовой работы по дисциплине “Технология машиностроения
и производства подъемно-транспортных, дорожных и строительных машин”
для студентов специальности 170900

Составитель: Самохвалов В. Н.

САМАРА 2000

УКД 621.9.(075)

Проектирование технологических процессов механической обработки деталей: Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине “Технология машиностроения и производства подъемно-транспортных, дорожных и строительных машин” для студентов специальности 170900 / В.Н. Самохвалов. – Самара: СамИИТ, 2000. - с.

Утверждены на заседании кафедры СДМ и ТМ 03.03.2000г., протокол № 7

Печатаются по решению редакционно-издательского совета института.

В методических указаниях приведены подробные рекомендации по разработке технологического процесса механической обработки деталей на универсальных станках.

Предназначены студентам, обучающимся по специальности 170900-подъемно-транспортные, дорожные, строительные машины и оборудование

Составитель: Самохвалов В.Н., д.т.н.

Рецензенты: Комаров А.Д., проф. СГАУ
Жарков М.С., доц. СамИИТ

Редактор И.А. Шими́на

Подписано в печать 24.11.2000 Формат 60x84 1/16

Бумага писчая. Усл. п.л.

Тираж 100 экз. Заказ №106

ПРЕДИСЛОВИЕ

Методические указания содержат основные сведения о составе курсовой работы и указания по ее разработке, знакомят с характером требований, предъявляемых к курсовой работе, последовательностью разработки ее разделов, необходимой глубиной проработки каждого из них, объемами выполняемых технологических расчетов.

Разработка технологических процессов изготовления деталей являются самостоятельной творческой работой студента. Методические указания должны внести планомерность в работу, свести к минимуму непроизводительные затраты времени, исключить элементы шаблонности и формализма в работе, стимулировать творческий подход к выполнению задания.

Вместе с тем методические указания должны оказать помощь и руководителям курсовой работы в подготовке к занятиям со студентами, в оценке выполняемых ими работ и установить необходимое единообразие в руководстве и требованиях к курсовым работам.

Курсовая работа в известной мере подытоживает знания, полученные студентами при изучении ряда дисциплин, и подготавливает их к предстоящей преддипломной практике и дипломному проектированию.

В процессе работы над курсовой работой обнаруживается степень усвоения студентами курса “Технология конструкционных материалов”, “Теоретическая механика”, “Сопrotивление материалов”, “Основы конструирования машин”, а также таких дисциплин, как “Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость”, “Материаловедение”. Выясняется также их способность применять теоретические положения указанных дисциплин и сведения, полученные на производственной практике, для практического решения конкретных задач, предусмотренных заданием на курсовую работу.

Студент должен уметь использовать прогрессивные процессы, современные достижения науки и техники в области технологии машиностроения, обосновывать целесообразность их применения в данных конкретных условиях, грамотно выполнять необходимые расчеты, четко и логично формулировать свои мысли и предложения.

В процессе работы над курсовой работой студент вырабатывает необходимые навыки пользования учебной специальной технической и справочной литературой, нормативными документами и руководящими материалами (ГОСТ, ОСГ).

Основной целью курсовой работы является привитие студенту практического самостоятельного решения частных инженерных задач в области технологии машиностроения и производства ПТСДМ.

1. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Задание на курсовую работу оформляется преподавателем на бланке установленного образца. В нем указываются наименование детали, процесс изготовления, процесс изготовления которой должен разрабатываться, годовая программа выпуска деталей.

Таблица 1

Содержание и ориентировочный объем отдельных частей (разделов) курсовой работы

Содержание разделов работы	Процент от полного объема	Ориентировочный объем работ (страниц)
Введение		
1. Разработка технологического процесса изготовления детали		
1.1. Назначение и краткое техническое описание детали	5%	1-2
1.2. Конструктивно-технологический анализ детали	10%	1-2
1.3. Выбор и обоснование вида заготовки и способа ее получения	15%	1-2
1.4. Расчет припусков на обработку и определение размеров заготовки Вычерчивание детали и заготовки	15%	2-3
1.5. Разработка маршрутного технологического процесса	15%	3-5
1.6. Разработка операционного технологического процесса	30%	12-16
1.6.1. Выбор оборудования		
1.6.2. Выбор режущего инструмента		
1.6.3. Расчет режимов обработки		
1.6.4. Нормирование		
1.7. Оформление карт технологического процесса	10%	
маршрутная		1 карта
операционные		3 карты
Всего по работе	100%	20-30

Текстовые материалы состоят из пояснительной записки и карт технологического процесса. Записку необходимо писать одновременно с разработкой курсовой работы и окончательно оформлять после выполнения всех работ. В записке излагаются основные принципиальные решения, принятые в проекте по отдельным вопросам, даются необходимые пояснения,

приводятся инженерные расчеты, иллюстрируемые схемами, эскизами, графиками. Записка пишется в сжатой форме и должна иметь минимум извлечений из различных литературных источников в виде цитат и максимум ссылок на литературу, собственных выводов, предложений, пояснений, расчетов.

Комплектование материалов пояснительной записки курсовой работы производится в следующей последовательности:

- титульный лист (на бланке кафедры);
- реферат;
- задание на проектирование (на бланке кафедры);
- содержание;
- текст пояснительной записки (введение, основная часть, заключение);
- список использованных источников;
- приложения.

Титульный лист является первым листом (страницей) пояснительной записки. На нем указывается тема проекта, фамилия и инициалы студента и руководителя проекта. Подписи указанных лиц на титульном листе обязательны. На втором листе (странице) пояснительной записки помещается реферат.

Реферат содержит:

- заглавное слово “Реферат”;
- сведения об объеме проекта;
- перечень ключевых слов;
- текст реферата.

Сведения об объеме проекта включают данные о количестве карт технологического процесса (формат А4), количестве страниц пояснительной записки и содержащихся в ней рисунков и таблиц, количество источников и приложений.

Ключевые слова отражают основное содержание проекта и используются в информационно-поисковой системе научно-технической информации. Перечень включает от 5 до 15 слов (словосочетаний), написанных в строку прописными буквами через запятые в именительном падеже.

В тексте реферата отражают основные результаты, полученные в проекте, и экономическую эффективность принятых решений. Объем текста реферата не более 500...700 знаков.

“Содержание” включает наименование всех разделов, подразделов и пунктов с указанием номера страницы (листа), на которых размещается начало материала раздела (подраздела, пункта). “Введение” и “Заключение” являются самостоятельными составляющими записки. Каждый раздел необходимо начинать с нового листа (страницы).

Разделы должны иметь порядковую нумерацию и обозначаться арабскими цифрами с точкой, “Введение” и “Заключение” не нумеруются.

Текст пояснительной записки начинается “Введением” и заканчивается “Заключением”, являющимися обязательными структурными составляющими работы. Во введении дается обоснование важности и актуальности курсовой

работы. В “Заключении” должны содержаться краткие выводы по всем разделам и оценка полученных результатов в сопоставлении с базовыми показателями. Текст записки пишется аккуратно и разборчиво.

Кроме текста в записке помещаются иллюстрации – таблицы, рисунки, схемы, фотографии, графики и др. Иллюстрации (кроме таблицы) обозначаются словом “рис.” и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер рисунка и таблицы должен состоять из номера раздела и порядкового номера иллюстрации в данном разделе, разделенных точкой. Например, “Рис. 1.3” (третий рисунок первого раздела), “Таблица 3.1” (первая таблица третьего раздела). Допускается и сквозная нумерация рисунков и таблиц без учета номеров разделов.

Каждая иллюстрация должна иметь наименование, при необходимости их сопровождают поясняющими данными. После номера рисунка следует его название, затем ниже – поясняющие данные. Надпись “Таблица” с указанием номера таблицы помещают над наименованием таблицы в правом верхнем углу.

Формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела, аналогично нумерации иллюстраций. Номер формулы помещают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например, (3.1) – первая формула третьего раздела.

Ссылки в тексте на иллюстрации даются с помощью их порядкового номера, например “рис.2.4”. При ссылке на таблицу слово “таблица” пишут сокращенно и указывают ее номер, например “в табл. 2.3”. Подробно правила оформления текста пояснительной записки изложен в методических указаниях [1].

В ссылке на использованный источник указывают его порядковый номер по списку, выделенный квадратными скобками, например “По данным [3] материал обладает хорошей обрабатываемостью-резанием”. В список использованных источников включают учебную, научную, нормативную, патентную, справочную и др. литературу и документы по мере их упоминания в тексте записки.

Образцы выполнения курсовых работ представлены на стендах в кабинете курсового проектирования кафедры СДМ и ТМ.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

2.1. Назначение и краткое техническое описание детали

Для технически грамотного и обоснованного изложения этого раздела пояснительной записки необходимо дать описание назначения самой детали, основных ее поверхностей и влияние взаимного расположения, точности и шероховатости поверхности на качество работы узла, агрегата или механизма, для которого изготавливается деталь. Если назначение детали неизвестно, достаточно описать назначение ее поверхностей.

Для удобства выполнения анализа необходимо представить эскиз детали, где обрабатываемые поверхности имеют цифровое обозначение. Далее следует определить отклонения (допуск) на размеры и поверхности, отсутствующие на чертеже (на свободные размеры, неуказанные отклонения формы и т.д.), для последующей записи их в технологические карты. Здесь же следует привести данные о материале детали: химический состав, механические свойства до и после термообработки. Кроме того, необходимо по возможности высказать свои соображения относительно правильности выбора материала для данных условий работы в узле, целесообразности его замены другими марками и какими именно.

2.2 Конструктивно-технологический анализ детали

В работе необходимо дать оценку технологичности детали и обосновать предложения по ее повышению. Технологичность конструкции изделия (детали) – совокупность свойств, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Общие правила обеспечения технологичности конструкции изделия приведены в ГОСТ 14.201-83.

К конструкции деталей предъявляются следующие требования:

- конструкция детали должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов или быть стандартной в целом;
- детали должны изготавливаться из стандартных или унифицированных заготовок;
- размеры и поверхности детали должны иметь соответственно оптимальные, т.е. экономически и конструктивно обоснованные точность и шероховатость;
- физико-химические и механические свойства материала, жесткость детали, ее форма и размеры должны соответствовать требованиям технологии изготовления (включая процессы упрочнения, коррозионной защиты и пр.), хранения и транспортирования;
- показатели базовой поверхности детали (точность, шероховатость) должны обеспечивать точность установки, обработки и контроля;
- заготовки должны быть получены рациональным способом с учетом заданного объема выпуска и типа производства;
- метод изготовления должен обеспечивать возможность одновременного изготовления нескольких деталей;
- сопряжения поверхности деталей различных классов точности и шероховатости должны соответствовать применяемым методам и средствам обработки;
- конструкция детали должна обеспечивать возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления.

Указанные требования являются обобщением опыта проектирования и изготовления деталей – соответствие этим требованиям характеризует уровень технологических деталей.

Сопоставляя конструкцию заданной детали с требованиями стандарта и рекомендациями, необходимо дать качественную оценку технологичности конструкции и наметить пути ее повышения.

Главными факторами, определяющими при этом требования к технологичности конструкции детали, являются вид изделия, куда входит деталь, объем выпуска и тип производства. Вид изделия определяет главные конструктивные и технологические признаки, обуславливающие основные требования к технологичности конструкции изделий и деталей. Объем выпуска и тип производства определяют степень технологического оснащения, механизации и автоматизации технологических процессов.

2.3. Выбор вида и определение размеров заготовки

Вид заготовки (пруток, профиль, литье, поковка, штамповка), из которой должна изготавливаться заданная деталь, как правило, указывается в рабочем чертеже детали. В этом случае студент должен дать обоснованное объяснение необходимости использования заготовки именно этого вида. Иногда чертеж детали не содержит каких-либо указаний о виде заготовки. В этом случае необходимо дать обоснованное самостоятельное решение о выборе вида заготовки. Исходными данными для этого являются материал, форма, размеры, а также годовая программа выпуска деталей [2 –8].

Заготовку следует выбирать такой, чтобы ее конфигурация в наибольшей мере соответствовала форме заданной детали. Это позволит снизить отходы материала и сократить время обработки.

Разработка технологического процесса изготовления заготовки в объем курсовой работы не входит, однако, при выборе заготовки необходимо продумать в общих чертах последовательность ее изготовления.

Размеры и форма заготовки должна быть рассчитаны с учетом величины припуска, необходимого для получения заданной шероховатости и точности обрабатываемых поверхностей детали и допуска на изготовление самой заготовки.

Наиболее распространенными методами получения заготовок в производстве ПТ и СДМ являются горячая штамповка и литье. Изготовление фасонных заготовок литьем является более экономичным, чем штамповкой. Литьем можно получать заготовки со сложными криволинейными поверхностями, полостями и выступами, расположенными в различных направлениях, при минимальном количестве обрабатываемых поверхностей с небольшими припусками на обработку и максимальным приближением к форме готовой детали.

Отливки, в отличие от заготовок из деформируемых сплавов, имеют практически однородные механические свойства во всех направлениях и обладают повышенной жаропрочностью. Однако прочностные характеристики

литых деталей несколько хуже, чем у деталей, изготовленных из штамповок или поковок, поэтому их применение в силовых конструкциях ограничено.

Для выбора оптимальной заготовки следует обратить внимание на возможность получения заданной точности и шероховатости некоторых поверхностей детали без механической обработки. При этом можно руководствоваться следующими ориентировочными данными (табл. 2). Более точные и конкретные данные в зависимости от материала, габаритов и т.д. приведены в справочниках и стандартах [11].

После того, как окончательно определены вид и размеры заготовки следует выполнить рабочий чертеж заготовки с указанием всех необходимых технических требований. На чертеже заготовки в том же масштабе следует нанести контуры обрабатываемой детали (условным пунктиром).

Производя выбор заготовки, следует стремиться к максимальному использованию материала. При изготовлении деталей из сортового проката рассчитывается количество заготовок получаемых из полуфабриката различных стандартных размеров. Определяется коэффициент использования материала (КИМ) и решается вопрос выбора оптимальных размеров полуфабриката.

Таблица 2

Качество поверхностей заготовок

Вид заготовки	Точность, квалитет	Шероховатость, Rz, мкм
Литье в землю (песчано-глинистые формы)	-	≥320
Литье в кокиль	12...14	20...320
Литье в оболочковые формы	12...14	20...80
Литье под давлением	9...12	10...40
Литье по выплавляемым моделям	9...12	20...40
Штамповка	15...17	150...300
Прокат горячекатаный	14...16	150...300
Прокат калиброванный гладкотянутый	7...12	40...80

Выбор вида заготовок и сортамента материала можно производить по справочникам [4, 5].

2.4. Разработка маршрутного технологического процесса обработки деталей

Вначале полезно ознакомиться с типовыми технологическими процессами механической обработки, а также с основными принципами проектирования таких процессов [6 –8, 11].

Следует помнить, что каждый процесс (точение, хонингование и т.д.) обеспечивает соответствующую ему точность и шероховатость поверхности лишь в том случае, если проведена необходимая предварительная подготовка обрабатываемой поверхности. Например, развертывание отверстия $\varnothing > 12$ мм позволяет получить 7-й квалитет точности и 7-8-й классы шероховатости лишь

при условии, что отверстие предварительно обработано зенкером и черновой разверткой.

При обработке отверстий диаметром до 15 мм включительно в чугуне растачивание зенкером не применяется. В случае применения одной развертки на нее распространяется суммарный припуск черновой и чистовой разверток.

Начиная с $\varnothing 75$ мм, рекомендуется вместо сверления спиральными сверлами применять кольцевое сверление.

При наличии больших литейных припусков первое черновое растачивание производить в два или больше проходов.

В случае применения одной развертки на нее распространяется суммарный припуск черновой и чистовой разверток. Таким образом, выбрав процесс финишной обработки, необходимо выбрать процессы предварительной обработки поверхностей деталей.

При установлении последовательности операций следует руководствоваться следующими общими соображениями:

- в первую очередь надо обработать поверхности деталей, которые являются основными базами для дальнейшей обработки;
- затем следует обрабатывать поверхности, с которых снимается наиболее толстый слой металла, так как при этом легче обнаруживаются дефекты заготовки (раковины, включения, трещины и т. п.);
- операции, при выполнении которых существует вероятность брака из-за дефектов в материале или сложности механической обработки, должны выполняться в начале процесса;
- далее последовательность операций устанавливается в зависимости от требуемой точности поверхности: чем точнее должна быть поверхность, тем позднее она должна обрабатываться, так как обработка каждой последующей поверхности может вызвать искажение ранее обработанной поверхности. Это происходит из-за того, что снятие каждого слоя металла с поверхности детали вызывает перераспределение остаточных напряжений, что приводит к деформации детали;
- поверхности, которые должны быть наиболее чистыми, также обрабатываются последними. Этим исключается или уменьшается возможность повреждения окончательно обработанных поверхностей. Если такие поверхности были обработаны ранее и потом выполнялись другие операции, то их обрабатывают повторно для окончательной отделки.

В плане обработки, который составляется перед оформлением маршрутного технологического процесса, указывается последовательность выполнения технологических операций, начиная от черновой обработки заготовки и кончая контролем готовой детали. По каждой операции устанавливаются: метод обработки, используемое оборудование, приспособление и режущий инструмент.

Любая деталь может быть получена различными методами механической обработки: могут быть применены различные виды оборудования, различные приспособления (универсальные или специальные), различные виды

инструментов (универсальные, специальные), могут использоваться различные виды заготовок (прутки, поковки, штамповки, разной точности отливки).

Студент предлагает несколько вариантов процесса и дает общую словесную оценку каждого (достоинства и недостатки). Затем по согласованию с руководителем выбираются два варианта процесса, которые подробно разрабатываются и сравниваются по технологической себестоимости. В плане обработки указывается только вид заготовки, наименование операций, оборудование, приспособления и инструменты.

2.5. Разработка операционного технологического процесса

В соответствии с выбранным для детальной разработки вторым вариантом технологического процесса производят по каталогам выбор оборудования и инструментов, необходимых для выполнения всех операций и переходов [12, 13]. Затем для трех операций определяют режимы обработки и корректируют их в соответствии с паспортными данными выбранного оборудования [14]. При этом, если в паспортных данных не приведены конкретные значения возможных частот вращения (об/мин) и подач (мм/мин), то их следует выбирать из нормального ряда чисел: 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; и т.д.

Выбор инструмента и оборудования для механической обработки следует производить с учетом как габаритных размеров заготовки, так и с учетом физико-механических свойств ее материала. Конструкционные материалы, применяемые для изготовления деталей подъемно-транспортных, дорожных и строительных машин в соответствии с их основными свойствами, назначением и химическим составом можно разбить на 2 группы (табл.3), каждая из которых разделена на подгруппы, объединяющие материалы близкие по свойствам.

За критерий обрабатываемости материалов принята скорость резания. Обрабатываемость материалов оценивается по коэффициенту обрабатываемости K_{Vm} , учитывающему влияние их физико-механических свойств на скорость резания:

$$K_{Vm} = V/V_3;$$

где V_3 - скорость резания материала, принятого за эталон (для него $K_{Vm}=1$ табл.3) при заданных условиях обработки

V - скорость резания данного материала при тех же условиях резания.

Таблица 3

Классификация металлов по обрабатываемости резанием

Марка материала	σ_B , МПа	НВ	$d_{отп}$, мм	K_{vm}
1. Углеродистые стали				
1. Качественные 10,15,20,20Л, 25,30, 35, 40, 45, 50,55,60	590-690	169-200	4,62-4,26	1,1
	690-750	200-223	4,26-4,05	1,0
	759-850	223-248	4,05-3,85	0,8
	850-980	248-288	3,85-3,59	0,68
	980-1080	288-317	3,59-3,42	0,56
2. Конструкционные качественные и инструментальные (C>0,6%) 65,70 У7,У8,У9,У9А У10, У10Г, У12, У13	590-690	169-200	4,62-4,26	0,8
	690-750	200-223	4,26-4,05	0,67
	759-850	223-248	4,05-3,85	0,52
	850-980	248-288	3,85-3,59	0,41
	980-1080	288-317	3,59-3,42	0,34
2. Легированные стали				
2.1 Хромистые 15Х, 15ХА, 20Х 35Х, 38ХА, 40Х 45Х, 50Х, ШХ15	395-492	116-146	5,54-4,95	1,61
	492-590	146-174	4,95-4,56	1,1
	590-690	174-203	4,56-4,23	0,85
	690-787	203-230	4,23-3,99	0,67
	787-886	230-262	3,99-3,76	0,53
	886-980	262-288	3,76-3,58	0,43
	980-1080	288-317	3,58-3,42	0,36
2.2 Марганцовистые 15Г, 20Г, 30Г, 40Г, 50Г, 60Г, 65Г, 70Г 76, 76Ф, 76Т, 76Ц, М74, М76 30Г2, 35Г2, 40Г2, 45Г2, 50Г2	395-492	169-200	4,7-4,27	1,4
	492-590	200-223	4,27-4,1	1,04
	590-690	223-260	4,1-3,8	0,8
	690-787	260-275	3,8-3,65	0,67
	787-886	275-286	3,65-3,58	0,53
	886-980	286-292	3,58-3,55	0,47
	980-1080	292-317	3,55-3,4	0,4
1080-1176	317-345	3,4-3,25	0,33	
2.3. Хромомарганцовистые, хромомарганцовисто- кремнистые 15ХГ, 20ХГ, 40ХГ, 35ХГ2, 16ГТЛ, 18ХГТ, 20ХГСА, 25ХГС, 25ХГСА, 30ХГС, 30ХГСА, 35ХГСА, 35ХГСЛ, 38ХГСЛ, 45ХГСЛ	490-590	146-174	4,95-4,56	0,91
	590-690	174-203	4,56-4,23	0,70
	690-784	203-230	4,23-3,99	0,58
	784-882	230-260	3,99-3,76	0,47
	882-980	260-288	3,76-3,58	0,41
	980-1080	288-317	3,58-3,42	0,35
1080-1176	317-345	3,42-3,28	0,29	

Обрабатываемость углеродистых и легированных сталей определена относительно стали 45 с $\sigma_B = 750$ МПа.

Рекомендуемые марки инструментального материала для обработки углеродистых и легированных сталей приведены в табл. 4 и 5.

Таблица 4

Применение инструментов из быстрорежущих сталей нормальной и повышенной производительности для обработки углеродистых и легированных сталей

Инструменты	Материал инструмента
Резцы	P6M5, P5M5Ф3, P6M5K5, P9K5, P12M3K8Ф2, P6M5Ф3-МП, P12MФ5-МП
Фрезы	P6M5, P6M5Ф3, P6M5K5, P9K5, P6M5Ф3-МП, P6M5K5 – МП
Сверла	P6M5, P6M5Ф3, P6M5Ф3, P9K5, A11P3M3Ф2, P6M5Ф3 – МП, P6M5K5 – МП

Таблица 5

Рекомендации по выбору марок твердого сплава для обработки углеродистых и легированных сталей

Вид обработки	Марки инструментальных материалов
Чистовое точение $S_o = 0,1 \dots 0,3 \text{ мм}$, $t = 0,5 \dots 2 \text{ мм}$	ВК6 , ВК8, ВК60М , ВК6ХОМ , Т15К6, N14К8, Т3ОК4, ТТ10К8Б, ТН20, КТН16, ВОК-60
Получистовое точение при $S_o = 0,2 \dots 0,5 \text{ мм}$, $t = 2 \dots 4 \text{ мм}$	ТН20, КНТ16, Т15К6 , Т14К8
Черновое точение при $S_o = 0,4 \dots 1,0 \text{ мм}$, $t = 4 \dots 10 \text{ мм}$	Т15К6, Т14К8, ТТ10К8Б, Т5К10
Тяжелое черновое точение при $S_o = 1,0 \text{ мм}$, $t = 6 \dots 20 \text{ мм}$	Т5К12, ТТ7К12, Т5К10
Отрезка и прорезка канавок	Т15К6, Т14К8, Т5К10
Сверление	Т5К10 , ВК8, ВК10М
Черновое фрезерование	Т5К10, ВК8 , ТТ7К12
Получистовое и чистовое фрезерование	Т15К6, ВК8 , ТТ20К9, Т14К8

Выделенные марки предпочтительнее при выборе

Режимы резания при точении

Установление рациональных режимов резания при точении, как и для любого вида механической обработки, заключается в выборе оптимального сочетания глубины резания, подачи и скорости резания, обеспечивающих наибольшую производительность при соблюдении всех требований, предъявляемых к обрабатываемой детали.

Относительно небольшое влияние глубины резания на период стойкости резцов при точении позволяет при черновой обработке весь припуск снимать за один рабочий ход, кроме снятия повышенных припусков и обработки на маломощных станках.

При чистовом точении число рабочих ходов зависит от требуемых параметров шероховатости и точности обработанной поверхности.

Рекомендуемая глубина резания приведена в таблице 6.

Рекомендуемые режимы резания представлены в виде единичных таблиц и поправочных коэффициентов для измененных технологических условий обработки.

Таблица 6

Глубины резания в зависимости от параметра шероховатости и точности, жесткости технологической системы и припуска на обработку

Параметр шероховатости	квалитет	Технологическая система	Припуск на обработку, мм						
			3	5	10	15	20	30	50
			Число ходов						
$R_z = 80 \dots 40$	11...12	жесткая	1	1	2	3	3	4	4
		средняя	2	2	3	4	4	5	5
		нежесткая	3	3	4	5	5	6	6
$R_z = 40 \dots 10$	8...10	жесткая	2	2	3	4	4	5	5
		средняя	3	3	4	5	5	6	6
		нежесткая	4	4	5	6	6	7	7
$R_z = 2,5 \dots 1,25$	6...7	жесткая	3	3	4	5	5	6	-
		средняя	4	4	5	6	6	-	-
		нежесткая	5	5	6	7	-	-	-

Подачи

Рекомендуемые подачи в зависимости от различных технологических условий обработки приведены в таблицах 7-10.

Для получения обработанной поверхности высокого качества точение необходимо осуществлять за несколько ходов с малыми подачами, обеспечивающими параметр шероховатости обработанной поверхности не менее $R_a = 1,25 \dots 0,63$ мкм. Рекомендуемые подачи в зависимости от заданного параметра шероховатостей приведены в табл. 9.

Подачи при отрезке заготовок и прорезке канавок в деталях из углеродистых и легированных сталей приведены в табл. 10.

Подача:

$$S_o = S_{oT} \times K_{s_o};$$

$$K_{s_o} = K_{s_{п}} \times K_{s_{и}} \times K_{s_{ф}} \times K_{s_3} \times K_{s_{ж}} \times K_{s_{м}},$$

где S_{oT} - табличное (матричное) значение подачи.

$K_{s_{п}}$ - коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

$K_{s_{и}}$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{s_{ф}}$ - коэффициент, учитывающий форму обрабатываемой поверхности;

K_{s_3} - коэффициент, учитывающий влияние закалки;

$K_{s_{ж}}$ - коэффициент, учитывающий жесткость технологической системы;

$K_{s_{м}}$ - коэффициент, учитывающий материал обрабатываемой детали;

Поправочные коэффициенты на подачу даны в табл. 11.

Таблица 7

Подачи при черновом точении деталей резцами с пластинами из твердого сплава

Размер державки резца, мм (HxB)	Диаметр обрабатываемой детали, мм	Глубина резания t, мм			
		2	5	10	св.10
		Подача на оборот So, мм			
12x20 16x25	20	0,30	0,24	-	-
	50	0,38	0,32	0,26	-
	100	0,46	0,37	0,32	-
	200	0,55	0,45	0,38	-
20x30 25x25	50	0,47	0,38	0,32	-
	100	0,57	0,45	0,39	-
	200	0,68	0,55	0,47	0,40
	500	0,88	0,70	0,60	0,51
	св.500	1,10	0,85	0,73	0,62
25x40	100	0,66	0,54	0,46	0,38
	200	0,80	0,65	0,55	0,46
	500	1,00	0,83	0,70	0,60
	св.500	1,20	0,94	0,85	0,73
30x45	500	1,30	1,10	0,9	0,76
	св.500	1,55	1,24	1,1	0,92
40x60 75x75	св.500	-	2,00	1,8	1,52

Таблица 8

Подачи при черновом растачивании деталей резцами с пластинами из твердого сплава на токарных станках

Размер резца или оправки		Вылет резца или оправки	Глубина резания t, мм			
			2	3	5	8
			Подача на оборот So, мм			
Диаметр круглого сечения резца, мм	10	50	0,19	-	-	-
	16	80	0,25	0,19	0,13	-
	25	125	0,41	0,31	0,21	-
	40	200	0,61	0,46	0,31	0,18
Сечение оправки, мм	60x60	150	-	1,00	0,83	0,71
		300	-	0,80	0,65	0,56
	75x75	300	-	1,20	1,00	0,86
		500	-	1,00	0,85	0,72
	100x100	300	-	1,40	1,20	1,00
		500	-	1,20	1,00	0,82
		800	-	1,00	0,82	0,70

Таблица 9

Подача на оборот S_o (в мм) при точении и растачивании в зависимости от заданного параметра шероховатости при обработке деталей резцами с пластинами из твердого сплава

Радиус вершины резца, мм	Ra, мкм				
	20...10	10...5,0	5,0...2,5	2,5...1,25	1,25...0,63
0,5	0,45	0,24	0,13	0,08	-
1,0	0,60	0,33	0,19	0,11	0,07
2,0	0,87	0,47	0,26	0,14	0,09
4,0	-	0,55	0,30	0,16	0,11

Таблица 10

Подача на оборот S_o (в мм) при отрезке и прорезке канавок резцами с пластинами из твердого сплава

Ширина лезвия резца, мм					
3	6	8	10	12	16
0,06...0,08	0,13...0,16	0,16...0,23	0,18...0,26	0,28...0,36	0,35...0,45

Таблица 11

Поправочные коэффициенты на подачу для изменяющихся условий обработки

Параметр	Состояние поверхности заготовки				
	Без корки		Корка или прерывистая поверхность		
Коэффициент $K_{S_{п}}$	1,0		0,8		
Материал инструмента	Твердый сплав		Быстрорежущая сталь		
Коэффициент $K_{S_{и}}$	1,0		1,5		
Точение закаленных сталей	HRC ₃ 44...56		HRC ₃ 57...62		
Коэффициент $K_{S_{з}}$	0,8		0,5		
Точение фасонных поверхностей	Наружных		Внутренних		
Коэффициент $K_{S_{ф}}$	0,85		0,7		
Диаметр обрабатываемой поверхности	20	50	70	150	Св.150
Коэффициент $K_{S_{ж}}$	0,45	0,62	0,83	0,95	1,0
Коэффициент $K_{S_{м}}$	1,07				

Скорость резания

Режим резания при точении твердосплавными резцами, приведенный в табл. 12, дан для обработки заготовок с охлаждением.

Режимы резания приведены в виде матричной таблицы и поправочных коэффициентов на скорость резания в зависимости от различных технологических факторов, влияющих на обработку (табл. 13).

Скорость резания:

$$V = V_T \times K_V,$$

$$K_V = K_{V_M} \times K_{V_{И}} \times K_{V_{\phi}} \times K_{V_T} \times K_{V_{ж}} \times K_{V_{п}} \times K_{V_0},$$

где V_T – матричное (табличное) значение скорости резания, м/мин;

K_{V_M} - коэффициент обрабатываемости материала (табл. 3);

$K_{V_{И}}$ - коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемости материала инструмента;

$K_{V_{\phi}}$ – коэффициент, учитывающий влияние угла в плане;

K_{V_T} - коэффициент, учитывающий вид обработки (K_{V_1} - для поперечного точения; K_{V_2} - для растачивания; K_{V_3} - для отрезки и точения; K_{V_4} - для точения торцовых канавок; K_{V_5} - для точения фасонных поверхностей);

K_{V_T} - коэффициент, учитывающий жесткость технологической системы;

$K_{V_{ж}}$ - коэффициент, учитывающий состояние обрабатываемой поверхности;

K_{V_0} - коэффициент, учитывающий влияние СОЖ.

Таблица 12

Скорость резания V_T (м/мин)

Подача на оборот, мм	Глубина резания t , мм							
	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	7,0	10,0
0,10	340	304	285	274	257	239	226	215
0,15	312	280	264	254	239	210	210	198
0,20	296	265	250	239	225	198	198	188
0,25	280	251	236	228	214	188	188	177
0,30	270	242	228	219	205	180	180	171
0,40	239	216	200	192	182	160	160	153
0,50	223	202	190	182	171	157	157	143
0,70	-	186	174	166	-	-	-	-
1,00	-	166	157	149	-	-	-	-

Таблица 13

Поправочные коэффициенты на скорость резания

при точении углеродистых и легированных сталей

Материал инструмента		T15K6	T3OK4	T14K8	T5K10	TT7K12	BK8
Kv _и		1,0	1,4	0,8	0,65	0,39	0,83
Главный угол в плане φ ⁰		45	60	75	90		
Kv _φ		1,0	0,92	0,86	0,81		
Поперечное точение	Отношение диаметров d/D	0,1...0,5		0,6...0,7		Св.0,8	
	Kv ₁	1,45		1,2		1,0	
Растачивание	Диаметр отверстия, мм	0,4		0,7		0,9	
	Kv ₂	0,64		0,58		0,5	
Отрезка точение канавок	Отношение диаметров d/D	0,4		0,7		0,9	
	Kv ₃	0,64		0,58		0,5	
Точение концевых канавок	Kv ₄	0,5					
Точение фасонных поверхностей		Наружных			Внутренних		
Kv ₅		0,75			0,6		
Диаметр обрабатываемой поверхности, мм		20	50	70	150	Св.150	
Kv _ж	Наружное, продольное и поперечное точение	0,45	0,61	0,82	0,93	1,0	
	Растачивание	0,4	0,6	0,82	0,93	1,0	
Состояние поверхности		Без корки			С коркой		
Условия обработки		С СОЖ			Без СОЖ		
Kv _и		1,0			0,85		
Kv ₀		1,0			0,8		

Точение закаленных сталей

Таблица 14

Скорость резания V_т (м/мин) при точении закаленных сталей резцами с пластинами из твердых сплавов (t=1,0...2,0мм)

HRC ₃	Подача на оборот S ₀ , мм						
	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
35	-	157	140	125	116	108	102
39	-	135	118	104	95	88	83
43	-	116	100	88	79	73	67
46	-	107	92	78	71	64	59
49	-	83	70	60	53	48	45
51	92	75	64	40	34	-	-
53	79	66	44	32	20	-	-
56	58	48	38	25	20	-	-
59	40	32	24	-	-	-	-
62	34	26	-	-	-	-	-

Таблица 15

Поправочные коэффициенты на скорость резания

Обрабатываемый материал		HRC ₃						
		35-49			50-62			
Материал инструмента		T15K6	T30K4	BK6	BK8	BK4	BK6	BK8
Kv ₄		1,0	1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74
Главный угол в плане Φ ₀		30		45		60		90
К	HRC ₃ 35-39	1,13		1,0		0,92		0,81
	HRC ₃ 40-62	1,19		1,0		0,83		0,71
Условия обработки		С СОЖ			Без СОЖ			
Kv ₀		1,0			0,8			
Поперечное точение	Отношение диаметров d/D	0,5		0,7		Св.0,7		
	Kv ₁	0,69		0,79		0,92		
Растачивание	Kv ₂	0,83						
Точение канавок	Kv ₃							
	HRC ₃ 35-39	0,38						
	HRC ₃ 35-39	0,27						

Режимы резания при сверлении

В табл. 16-21 приведены режимы обработки и поправочные коэффициенты на подачу и скорость резания в зависимости от различных технологических факторов.

Таблица 16

Число рабочих ходов при сверлении

№ группы обрабатываемого материала	Диаметр отверстия d, мм		
	15	25	Св.25
1, 2 (табл.4)	1	1	2

Таблица 17

Рекомендуемые длины участков сверления (в мм) между выводами сверла

№ вывода	Диаметр сверла Ø, мм			
	До 5	5-10	10-18	18-25
До 1-го	5Ø	4Ø	3,5Ø	3Ø
Между 1-м и 2-м	2Ø		1,5Ø	0,5Ø
Между 2-м и 3-м	2Ø	1,5Ø	0,5Ø	
Между 3-м и 4-м	Ø			0,5Ø
Между 4-м и 5-м	-	0,8Ø	0,5Ø	
Между 5-м и 6-м	-	0,5Ø		

Подача при сверлении:

$$S_o = S_{o_T} \times K;$$

$$K = K_{s1} \times K_{sjk} \times K_{си} \times K_{sd} \times K_{sm},$$

где K_{s1} - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$K_{си}$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента;

K_{sd} -коэффициент, учитывающий тип обрабатываемого отверстия;

K_{sjk} -коэффициент, учитывающий жесткость технологической системы;

K_{sm} - коэффициент, учитывающий марку обрабатываемого материала;

S_{o_T} - табличное значение подачи на оборот, мм.

Табличные значения подачи S_{o_T} приведены в табл. 18, а поправочные коэффициенты на подачу – в табл. 19.

При сверлении рекомендуются три группы подач:

1гр.- сверление отверстий в жестких деталях без допусков или с допуском 12-го качества под последующую обработку сверлом, зенкером или резцом;

2гр.- сверление отверстий в деталях средней жесткости или сверление с получением параметра $R_z=20...40$ мкм под последующую обработку зенкером, или двумя развертками;

3гр.- сверление отверстий в деталях малой жесткости или сверление отверстий с точностью 11 качества под последующую обработку развертками, или нарезание резьбы метчиком.

Таблица 18

Подача на оборот при сверлении сверлами из быстрорежущих сталей

Диаметр сверла Ø, мм	S _{oT} (мм)		
	Группа подач		
	I	II	III
2,0	0,04	0,03	0,02
3,0	0,06	0,04	0,03
4,0	0,08	0,07	0,05
5,0	0,12	0,10	0,07
6,0	0,16	0,12	0,08
8,0	0,20	0,15	0,10
10,0	0,25	0,18	0,12
12,0	0,28	0,20	0,14
16,0	0,34	0,25	0,17
20,0	0,40	0,30	0,20
25,0	0,44	0,33	0,22
30,0	0,50	0,38	0,25

Таблица 19

Поправочные коэффициенты на подачу при сверлении

Глубина сверления	3Ø	5Ø	7Ø	10Ø	15Ø
K _{s1}	1,0	0,85	0,7	0,6	0,5
Жесткость технологической системы	Высокая	Средняя		Низкая	
K _{sж}	1,0	0,75		0,5	
Материал инструмента	Быстрорежущая сталь		Твердый сплав		
K _{си}	1,0		0,6		
Отверстие	Сквозное		Глухое		
K _{sd}	1,0		0,5		
K _{см}	σ _в ≤ 800 МПа		1,0		
	σ _в ≥ 800 МПа		0,75		

Скорость резания при сверлении:

$$V = V_T \times K_V ;$$

$$K_V = K_{VМ} \times K_{Vи} \times K_{Vd} \times K_{VТ} \times K_{V1} \times K_{V1},$$

где V_T – матричное (табличное) значение скорости резания, м/мин;

K_{VМ} – коэффициент, учитывающий марку обрабатываемого материала (табл. 3);

$K_{Vи}$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{Vт}$ – матричное (табличное) значение скорости резания;

K_{Vd} – коэффициент, учитывающий тип отверстия;

K_{Vl} – коэффициент, учитывающий длину сверления;

K_{Vo} – коэффициент, учитывающий стойкость инструмента.

Скорости резания, приведенные в табл. 20 рассчитаны на обработку одним инструментом с заданным периодом стойкости при нормальном его затуплении и работе с охлаждением.

Таблица 20

Скорость резания при сверлении сверлами из быстрорежущих сталей

Диаметр сверла \varnothing , мм	Подача на оборот S_0 , мм	Скорость резания V_T (м/мин)
2	0,07	38
	0,10	32
4	0,07	46
	0,10	37
	0,15	32
	0,20	28
6	0,07	38
	0,10	32
	0,15	28
	0,20	24
	0,30	20
8	0,10	37
	0,15	32
	0,20	28
	0,30	24
	0,40	20
10	0,15	37
	0,20	32
	0,30	28
	0,40	24
	0,60	20
	0,80	17
12	0,15	36
	0,20	30
	0,30	28
	0,40	24
	0,60	20
	0,80	16
	1,00	-
15	0,20	34
	0,30	28
	0,40	24
	0,60	22
	0,80	18
	1,00	-
	1,20	-

20	0,20	32
	0,30	27
	0,40	24
	0,60	20
	0,80	15
	1,00	-
	1,20	-
Св.20	0,30	32
	0,40	28
	0,60	22
	0,80	18
	1,00	15
	1,20	-

Таблица 21

Поправочные коэффициенты на скорость резания

Материал инструмента	P9K5	P10K5Ф5	P6M5K5	P12Ф3	P6M5
$K_{Vи}$	1,0	1,15	0,96	1,0	0,91
Отверстия	Глухое		Сквозное		
$K_{Vд}$	1,0		0,9		
Условия обработки	С СОЖ		Без СОЖ		
$K_{Vо}$	1,0		0,8		
Глубина сверления, мм	3Д	5Д	7Д	10Д	
K_{V1}	1,0	0,9	0,8	0,75	

Таблица 22

Смазочно-охлаждающие жидкости рекомендуемые при обработке конструкционно-углеродистых и легированных сталей

Вид СОЖ	Состав СОЖ
Э	5%-ная эмульсия из эмульсола НГЛ-205 ТУ 38-1-242-69
	3-10%-ная эмульсия из эмульсола Укринол-1 ТУ 38-101-197-76
М	Индустриальное масло общего назначения

При назначении операций и переходов рекомендуется ознакомиться с терминологией механических операций и классификатором переходов по ГОСТам и справочникам [4, 10].

На три операции технологического процесса изготовления детали заполняются бланки операционных карт по ГОСТ 3.1404-86. На картах рисуется операционные эскизы, позволяющие рабочему выполнять операции, не прибегая к подробному разбору размеров на чертеже и подсчету межоперационных размеров. Изготавливаемая деталь должна быть изображена на эскизе в рабочем положении, т.е. так, как она устанавливается на станке. На эскизе дается одна или несколько проекций детали, позволяющих обозначить

опоры, зажимы и положение режущего инструмента относительно обрабатываемых поверхностей.

На операционном эскизе указываются данные, необходимые для выполнения технологического процесса (размеры, предельные отклонения, обозначение шероховатостей обрабатываемых поверхностей, технические требования).

Технические требования следует размещать на свободном поле эскиза справа от изображения или под ним.

На эскизах все обрабатываемые поверхности нумеруются арабскими цифрами, номер обрабатываемой поверхности проставляют в окружности диаметром 6...8 мм и соединяют размерной линией. При этом размеры и предельные отклонения обрабатываемой поверхности в содержании операции (перехода) не указывают, например, “развернуть отверстие 1”, “расточить отверстие 2”. Номера обрабатываемых поверхностей проставляются на эскизе обязательно в последовательном порядке по часовой стрелке, не допуская пересечения выносных линий. Нумерация поверхностей в каждой операции начинается с первого номера.

На эскизе проставляются только те размеры и технические условия, которые получаются в результате обработки и требуются для контроля данной операции. Допуски на размеры указываются в буквенном и числовом выражении. Числовые величины допусков рекомендуется проставлять в скобках, например 20H7 (+0,025).

Номер операции проставляется по маршрутной карте в технологической последовательности выполнения техпроцесса. Нумерацию обозначают трехзначным числом, кратным 5 (005, 010, 015). Интервалы в нумерации приняты для возможности последующего внесения промежуточных операций.

Запись переходов должна быть краткая и ясная, глагол в тексте должен стоять в неопределенной форме (точить, фрезеровать, сверлить и т. д.). Числовые размеры, указанные на операционном эскизе, в тексте не повторяются. Промежуточные размеры, не указанные на эскизе, записываются в тексте, например:

1. *Обточить поверхность 1 до 31,5 на длину 48* - (запись перехода промежуточной обработки поверхности 1).
2. *Обточить поверхность 1* - (запись перехода чистовой обработки поверхности 1 в соответствии с размерами, указанными на операционном эскизе).

Переходы, установки и переустановки деталей нумеруются арабскими цифрами в порядке их технологической последовательности и начинаются в каждой операции с первого номера.

При сложных многоинструментальных переходах каждый отдельный элемент перехода записывается в своей строке под номером данного перехода с добавлением порядковой буквы алфавита (1а, 1б, 1в и т.д.).

При наличии ряда позиций для данного установа (например, фрезерования четырех пазов, расположенных по окружности под углом 90°), после записи установа указывается номер позиции и выполняемые в этой

позиции переходы. Далее в последовательном порядке записываются остальные позиции и соответствующие им переходы. Если при этом перемещение детали в каждую позицию и соответствующие им переходы совершенно одинаковы, то после записи первой позиции и соответствующих ей переходов указываются, сколько раз они повторяются.

Для режущего инструмента дается его название, размер, материал, из которого он сделан, а для нормального инструмента дополнительно указывается шифр или номер ГОСТа по каталогу. Например, резец подрезной – 16×25×150 -Т15К6.

Для измерительного инструмента указывается его наименование и основные размеры (например, скоба предельная 25h9, микрометр 25-50), а для вспомогательного – наименование (оправка, резцедержавка, зажимная втулка и т.д.). В случае использования специального приспособления дается его название и шифр (или чертежный номер).

Расчетная длина обработки складывается из длины обрабатываемой поверхности (определяется по эскизу и расчетам), величин врезания и выхода (перебега) инструмента. В случае обработки в многоместных приспособлениях последовательного типа в соответствующую графу операционной карты записывают расчетную длину обработки, отнесенную к одной детали. Нормы времени указываются до тысячных долей минуты.

Текст операционных карт должен быть написан чернилами чертежным шрифтом, эскиз можно выполнять карандашом. Пример оформления операционной карты механической обработки и операционного эскиза приведен в литературе [19-23].

После того как выбраны станки, приспособления и инструмент, определены размеры обработки для всех переходов и режимы обработки, рассчитываются нормы основного и вспомогательного времени, а также штучно-калькуляционное время на операцию.

Технической нормой времени называется время, необходимое на выполнение операции в конкретных производственных условиях. Расчет заработной платы, входящей в себестоимость продукции, и сравнение трудоемкости различных операций производятся на основании штучно-калькуляционного времени, которое определяется по формуле:

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{T_{нд}}{n}, \quad (1)$$

где $T_{шт}$ - штучное время в мин; $T_{нд}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей в мин, n – количество деталей в партии.

Подготовительно-заключительное $T_{нд}$ – это время, затрачиваемое рабочим на ознакомление с заданием и чертежом, подготовку рабочего места, наладку оборудования, установку и снятие приспособления; $T_{нд}$ определяется по нормативам [15– 18].

Количество деталей в партии можно определить исходя из годовой программы выпуска данных деталей N , запаса деталей в днях (в сутках) T_y и числа рабочих дней в году Φ_k :

$$n = \frac{N}{\Phi_K} T_y . \quad (2)$$

Время T_y в условиях работы серийных заводов принимают равным 5 или 10 дням.

Штучное время в общем виде может быть представлено в виде суммы следующих слагаемых:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{орг} + T_{Тax} + T_{отд} .$$

Основное время T_o – время, в течение которого происходит изменение формы, размеров или состояния поверхности обрабатываемой детали.

Для процессов механической обработки основное время определяется по формуле:

$$T_o = i \frac{L}{S_M} = i \frac{L}{nS} ,$$

где i – число проходов для снятия припуска; L – длина рабочего хода в направлении подачи; мм; S_M – подача, мм/мин; n – частота вращения изделия или инструмента (об/мин) или число двойных ходов в мин; S – подача на один оборот или двойной ход (изделия или инструмента), мм.

Длина рабочего хода в направлении подачи состоит из трех величин:

$$L = l + l_1 + l_2 ,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, l_1 и l_2 – врезание и перебег инструмента.

Вспомогательное время T_B – время, затрачиваемое на создание условий для выполнения основной работы.

Во вспомогательное время входит время на установку и снятие детали, на изменение режима работы оборудования, подвод и отвод инструмента, замену инструмента в процессе выполнения операции, измерение детали в процессе ее обработки и т. д. Определяется по нормативам [15-18].

Основное и вспомогательное время составляет вместе оперативное время:

$$T_{оп} = T_o + T_v .$$

Время технического обслуживания рабочего места $T_{тех}$ – время, затрачиваемое на смену притупившегося инструмента, регулирование инструмента, подналадку оборудования в процессе работы, сметание стружки и т. д.

Время организационного обслуживания рабочего места $T_{орг}$ – время, затрачиваемое на раскладку и уборку инструмента перед началом и в конце работы, получение инструмента, смазку стакана и т. д.

В некоторых случаях, когда сложно или нецелесообразно определять в отдельности время $T_{тех}$ и время $T_{орг}$, определяют время обслуживания рабочего места $T_{обс} = T_{тех} + T_{орг}$.

Время на отдых и личные надобности рабочего $T_{отд}$ определяется по нормативам.

Общая формула для расчета штучного времени в условиях серийного производства включает в себя основное и вспомогательное время, а также доли времени технического и организационного обслуживания и времени на отдых и личные надобности:

$$T_{шт} = (T_o + T_B) \left(1 + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} + \frac{\gamma}{100} \right),$$

где α - отношение времени на техническое обслуживание рабочего места к оперативному времени, %; β - отношение времени организационного обслуживания рабочего времени к оперативному времени, %; γ - отношение времени на отдых и личные надобности к оперативному времени, %;

Величины этих коэффициентов составляют $\alpha = (2...10)\%$, $\beta = (1...8)\%$, $\gamma = (1...10)\%$.

Рассчитанные режимы резания и нормы времени вносятся в операционные и маршрутные карты.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по оформлению дипломного проекта для студентов специальности 170900 / В.Н. Самохвалов, З.Н. Сосевич. – Самара: СамИИТ, 2000. - 19с.
2. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие в трех книгах. Кн.2 - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1977.- 574 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. - М.: Машиностроение, 1979. Т.1. -728 с.
4. Долматовский Г.И. Справочник технолога по обработке металлов резанием.3-е изд. - М.: Машгиз, 1962. -236 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. - 3-е изд., перераб. М.: Машиностроение, 1973.Т.1. 694 с.: Т.2.-568 с.
6. Егоров М.Е. Технология машиностроения: Учебник для маш. Вузов и фак. /Под общ .ред. М.Е. Егорова. 2-е изд., доп. - М.: Высшая школа, 1976.-534 с.
7. Фирагов В.П. Основы проектирования технологических процессов и приспособлений. Методы обработки поверхностей. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1973. - 468 с.
8. Дипломное проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для вузов/ В.В. Бабук, П.А. Горезко, К.П. Забродин и др. Под общ. ред. В.В. Бабука. -Минск: Высшая школа, 1979. - 464 с.
9. Кован В.М. Расчет припусков на обработку в машиностроении: Справочное пособие. - М.: Машгиз, 1953. 207 с.
10. Маталин А.А. Технология машиностроения. - Л.: Машиностроение, 1985. -512 с.
11. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. -Минск: Высшая школа, 1983. -256 с.
12. ЕСТПП. Выбор и рациональное применение систем станочных приспособлений. Метод. Указания / Гос. Ком. СССР по стандартам. - М.: Изд-во стандартов, 1979. - 88 с.

13. Универсальные металлорежущие станки, выпускаемые предприятиями министерства станкостроительной и инструментальной промышленности в 1980-81.: Номенклатурный справочник. -М.: НИИМАШ, 1980. -124 с.
14. Режимы резания металлов: Справочник/Под ред. Ю.В. Барановского. - 3-е изд. -М.: Машиностроение. 1972.- 407 с.
15. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. -М.: Машиностроение, 1974.- 416 с.
16. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.2. Зубодолбежные, горизонтально-расточные, резьбонакатные и отрезные станки. -М.: Машиностроение, 1974. -200 с.
17. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на шлифовальных и доводочных станках. - М.: Машиностроение, 1974. -203 с.
18. Нормативы режимов резания и времени на точение, фрезерование, сверление, зенкерование, и развертывание цветных металлов. -М.: НИАТ, 1973. -203 с.
19. ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД. Правила оформления документов общего назначения. -М., 1984.
20. ГОСТ 3.1119-83 ЕСТД. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов на единичные технологические процессы. -М., 1985.
21. ГОСТ 3.1120-83 ЕСТД. Общие правила отражения и оформления требования безопасности труда в технологической документации. -М., 1985.
22. ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. - М., 1987.
23. ГОСТ 3.1702-79 ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием. -М., 1981.